

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-206455
(P2000-206455A)

(43) 公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 2 B 27/18		G 0 2 B 27/18	Z 5 C 0 5 8
G 0 3 B 21/14		G 0 3 B 21/14	A 5 C 0 6 0
H 0 4 N 5/74		H 0 4 N 5/74	B
9/31		9/31	C

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-7421

(22) 出願日 平成11年1月14日 (1999.1.14)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 牛山 富芳

長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 西田 和弘

長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100096817

弁理士 五十嵐 孝雄 (外2名)

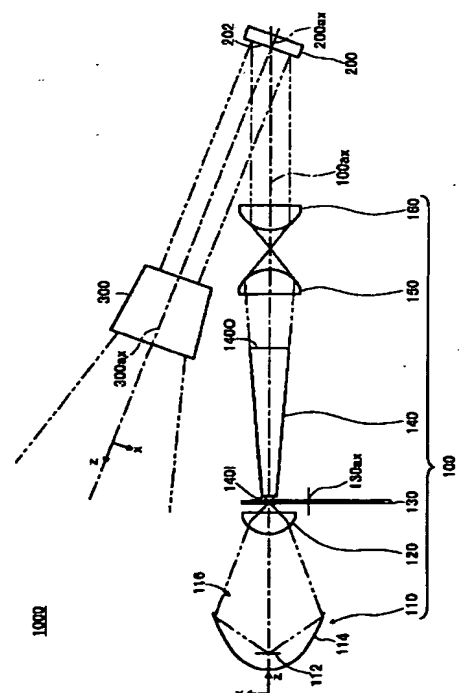
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投写型表示装置

(57) 【要約】

【課題】 光変調装置を用いた投写型表示装置における照明光学系の照明効率の向上を図る。

【解決手段】 複数の画素を含む略矩形状の光照射面に照射された照明光の射出方向を、画像情報に応じて画素ごとに制御することにより、画像を表す画像光を射出する光変調装置と、前記光照射面に照射された照明光の中心軸が前記光照射面に所定の角度で入射するように、前記照明光を射出する照明光学系と、前記光変調装置から射出された画像光を投写する投写光学系とを備えている。前記照明光学系は、光源部と、前記光源部から射出された光が通過する透光性ロッドであって、通過する光の少なくとも一部が前記透光性ロッドの内面で反射を繰り返しながら通過する透光性ロッドとを備えている。前記透光性ロッドは、前記透光性ロッドの中心軸に垂直な断面積が入射側から射出側に向けて単調に増加する形状を有している。



BEST AVAILABLE COPY

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を投写して表示する投写型表示装置であって、

複数の画素を含む略矩形形状の光照射面に照射された照明光の射出方向を、画像情報に応じて画素ごとに制御することにより、画像を表す画像光を射出する光変調装置と、

前記光照射面に照射された照明光の中心軸が前記光照射面に所定の角度で入射するように、前記照明光を射出する照明光学系と、

前記光変調装置から射出された画像光を投写する投写光学系と、を備え、

前記照明光学系は、

光源部と、

前記光源部から射出された光が通過する透光性ロッドであって、通過する光の少なくとも一部が前記透光性ロッドの内面で反射を繰り返しながら通過する透光性ロッドと、を備え、

前記透光性ロッドは、前記透光性ロッドの中心軸に垂直な断面積が入射側から射出側に向けて単調に増加する形状を有している、

投写型表示装置。

【請求項2】 請求項1記載の投写型表示装置であって、

前記透光性ロッドは、前記透光性ロッドの中心軸に垂直な断面の各辺の大きさが入射側から射出側に向けて直線的に増加する形状を有している、

投写型表示装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2記載の投写型表示装置であって、

前記透光性ロッドの少なくとも射出面の輪郭形状は、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形であり、前記四辺形は、前記透光性ロッドから射出された照明光が前記光照射面に前記所定の角度で斜めに入射する場合に、前記照明光で照射される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、前記第1と第2の対角線の長さの比よりも1に近くなるように設定されている、

投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像を投写して表示する投写型表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】投写型表示装置では、照明光から、電気光学装置を用いて画像を表す画像光を形成し、この画像光を投写することにより画像を表示している。この電気光学装置として、照明光を画像情報に応じて変調し、画像を表す画像光を射出する光変調装置が利用されている。マイクロミラー型光変調装置の例として、デジタル・マイクロミラー・デバイス（テキサス・インスツルメ

2

ンツ（TI）社の登録商標である。以下、「DMD」と呼ぶ。）のようなマイクロミラー型光変調装置があげられる。

【0003】DMDは、画像を構成する複数の画素に対応する複数のマイクロミラーを有している。複数のマイクロミラーはそれぞれ画像情報に応じてその傾きが変化し、各マイクロミラーの傾きに応じて光を反射する。各マイクロミラーで反射された光のうち、所定方向に反射された光が、画像光として利用される。すなわち、DMDは、所定の角度で入射した光の反射方向を制御して画像光を形成するタイプの電気光学装置である。したがって、DMDのような光変調装置を投写型表示装置の電気光学装置として利用する場合、高精度で明るい画像を実現するためには、光変調装置に照射される照明光を可能な限り高精度な所定の角度で入射させることが好ましい。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、照明光学系から射出された照明光は、実際には種々の入射角度を有している。このため、所定の入射角度の許容範囲を超えた角度を有する照明光は、画像光として利用することができない。この結果、照明光学系の照明効率が悪くなるという問題がある。また、この問題は、複数の画素を含む光照射面に照射された照明光の射出方向を画像情報に応じて画素ごとに制御することにより、画像を表す画像光を射出する光変調装置に共通する問題である。

【0005】この発明は、複数の画素を含む光照射面に照射された照明光の射出方向を画像情報に応じて画素ごとに制御することにより、画像を表す画像光を射出する光変調装置を用いた投写型表示装置において、照明光学系の照明効率の向上を図る技術を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上述の課題を解決するため、本発明の投写型表示装置は、複数の画素を含む略矩形形状の光照射面に照射された照明光の射出方向を、画像情報に応じて画素ごとに制御することにより、画像を表す画像光を射出する光変調装置と、前記光照射面に照射された照明光の中心軸が前記光照射面に所定の角度で入射するように、前記照明光を射出する照明光学系と、前記光変調装置から射出された画像光を投写する投写光学系と、を備え、前記照明光学系は、光源部と、前記光源部から射出された光が通過する透光性ロッドであって、通過する光の少なくとも一部が前記透光性ロッドの内面で反射を繰り返しながら通過する透光性ロッドと、を備え、前記透光性ロッドは、前記透光性ロッドの中心軸に垂直な断面積が入射側から射出側に向けて単調に増加する形状を有している、ことを特徴とする。

【0007】上記投写型表示装置によれば、透光性ロッド

3

ドを通過する光が透光性ロッドの内面に入射する角度（入射角）は、反射を繰り返すごとにだんだん大きくなるので、透光性ロッドから射出される照明光の中心軸に対する光の角度を小さくすることができる。この結果、種々の角度を有する照明光の角度分布を小さくすることができる。これにより、光変調装置の光照射面に照射される照明光の入射角度の精度を向上させることができるので、照明光学系の照明効率を向上させることができ、明るい投写画像を表示することができる。

【0008】ここで、前記透光性ロッドは、前記透光性10ロッドの中心軸に垂直な断面の各辺の大きさが入射側から射出側に向けて直線的に増加する形状を有しているようにしてもよい。

【0009】このようにすれば、透光性ロッドを比較的容易に製作することができる。

【0010】上記投写型表示装置において、前記透光性ロッドの少なくとも射出面の輪郭形状は、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形であり、前記四辺形は、前記透光性ロッドから射出された照明光が前記光照射面に前記所定の角度で斜めに入射する場合に、前記照明光で照射される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、前記第1と第2の対角線の長さの比よりも1に近くなるように設定されている、ことが好ましい。

【0011】こうすれば、照明光が光照射面に所定の角度で斜めに入射する場合でも、照明領域の輪郭形状を略矩形状の光照射面に近づけることができる。したがって、光変調装置の光照射面に照射される照明光の照明効率を、さらに向上させることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の各30実施例を説明する。尚、以下の各実施例においては、特に断りのない限り、互いに直交する3つの方向を便宜的に光の進行方向をz軸方向（光軸と平行な方向）とし、z軸方向から見て12時の方向をy軸方向（縦方向）とし、3時の方向をx軸方向（横方向）とする。

【0013】A. 第1実施例：図1は、本発明の第1実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。この投写型表示装置1000は、照明光学系100と、マイクロミラー型光変調装置200と、投写レンズ300と、を備えている。マイクロミラー型40光変調装置200と、投写レンズ300とは、それぞれの中心軸200ax、300axが一致するように配置されている。照明光学系100は、後述するように、マイクロミラー型光変調装置200を照明する光の入射角の制約から、照明光学系の中心軸100axが、マイクロミラー型光変調装置200の中心軸200ax（光照射面202の法線202n）に対して所定の傾きを有するように配置されている。ここで、「光照射面」は、照射された光を画像光として利用可能な領域、すなわち、後述するマイクロミラーが形成されている領域である狭50

4

義の光照射面を示す。ただし、以下では、マイクロミラーが形成されている領域の外側も含む光が照射される領域の全体を光照射面と呼ぶ場合もある。

【0014】照明光学系100は、光源部110と、第1のコンデンサーレンズ120と、カラーホイール130と、透光性ロッド140と、第2のコンデンサーレンズ150と、フィールドレンズ160と、を備えている。これらの光学要素110、120、130、140、150、160は、照明光学系100の中心軸100axに沿って順に配置されている。

【0015】光源部110は、光源ランプ112と凹面鏡114とを有している。光源ランプ112は、放射状の光線を射出する放射光源である。光源ランプ112としては、メタルハライドランプや高圧水銀灯などの高圧放電灯が用いられる。凹面鏡114は、光源ランプ112からの放射光線が反射されて第1のコンデンサーレンズ120に入射するように、開口部116から集光光として射出する楕円面凹面鏡である。凹面鏡114としては、光源ランプ112からの放射光線を反射し、略平行光として射出する放物面凹面鏡を用いるようにしてもよい。この場合には、略平行光を第1のコンデンサーレンズ120に入射させるように、光源部110と、第1のコンデンサーレンズ120との間に、別のコンデンサーレンズを付加するようにしてもよい。また、略平行光が第1のコンデンサーレンズ120に入射するように、Fナンバーの小さいレンズを第1のコンデンサーレンズ120として用いるようにしてもよい。

【0016】第1のコンデンサーレンズ120は、カラーホイール130に照射される光スポットを小さくするために、光源部110からの光をカラーホイール130上に集光させるための光学要素である。

【0017】図2は、カラーホイール130を光源部110側から見た正面図である。カラーホイール130は、回転方向に沿って区切られた3つの扇形の領域に3つの透過型色フィルタ130R、130G、130Bが形成されたものである。第1の色フィルタ130Rは、赤色の波長領域の光（以下、「赤色光R」と呼ぶ）を透過し、他の波長領域の光を反射または吸収する機能を有している。同様に、第2および第3の色フィルタ130G、130Bは、それぞれ緑色、青色の波長領域の光（以下、それぞれ「緑色光G」、「青色光B」と呼ぶ）を透過し、他の波長領域の光を反射または吸収する機能を有している。色フィルタは、例えば誘電体多層膜や、染料を用いて形成されたフィルタ板などにより構成される。

【0018】カラーホイール130は、第1のコンデンサーレンズ120によって集光された光スポットSPがカラーホイール130の中心軸130axからずれた所定の周辺位置を照射するように配置されている。そして、カラーホイール130は、図示しないモータによっ

5

て回転軸130axを中心に一定速度で回転する。このとき、光スポットSPは、カラーホイール130の回転に応じて、色フィルタ130R、130G、130Bの各領域を一定間隔で循環的に照射する。この結果、カラーホイール130を透過する光は、カラーホイール130の回転に応じて、赤色光R、緑色光G、青色光Bと循環的に変化する。

【0019】照明光は、図1の透光性ロッド140の内面で反射を繰り返しながら透光性ロッド140内を通過する。この結果、透光性ロッド140は、光源部11010から射出されて入射する光の照度分布が一様でない場合においても、照度分布が一様な光を射出する機能を有している。すなわち、いわゆるインテグレート光学系の機能を有している。このような透光性ロッドは、インテグレートロッドと呼ばれる。

【0020】図3は、透光性ロッド140の外観を示す斜視図である。この透光性ロッド140は、中心軸140axに垂直な断面が略矩形状であるとともに、入射側側面140I側の断面よりも射出側側面140O側の断面のほうが大きな柱状プリズムである。なお、透光性ロッド140については、さらに後述する。

【0021】透光性ロッド140から射出された光は、第2のコンデンサレンズ150によって集光されて、フィールドレンズ160に入射する。2つのレンズ150、160は透光性ロッド140の射出面の像をマイクロミラー型光変調装置200の光照射面202上に結像させる。

【0022】以上のように、照明光学系100は、各光学要素110、120、130、140、150、160の機能によって、マイクロミラー型光変調装置20030の光照射面202を均一に照明する。

【0023】マイクロミラー型光変調装置200は、光照射面202に照射された照明光を画像情報に応じてマイクロミラーで反射することにより、画像を表す画像光を投写レンズ300の方に射出する光変調装置である。図4は、マイクロミラー型光変調装置200の例であるDMDについて示す説明図である。図4(A)に示すように、DMD200の光照射面202には、略正方形の輪郭を有する複数のマイクロミラー204がマトリクス状に形成されている。各マイクロミラー204は、左下40と右上の頂点を結ぶ対角線を回転軸204cとして所定の角度範囲で回転可能に形成されている。これらのマイクロミラー204は、画像を構成する各画素に対応する。

【0024】ここで、説明を容易にするため、光照射面202に照射される照明光は、これを代表する中心光線(入射光線)IRで示すこととする。また、照明光IRの光照射面202への入射位置を通り、x軸に平行な水平方向軸をh、y軸に平行な垂直方向軸をvとする。装置の構成を容易にするためには、DMD200に照射さ

6

れる照明光IRは、各マイクロミラー204の回転軸204cに垂直な入射面を有するようにすることが好ましい。このため、DMD200に照射される照明光IRは、図4(A)に示すように、光照射面202に平行なxy平面上に投影される照明光IRの光路の水平軸hに対する傾き θ_h が約45度となるように右斜め下方向から入射される。また、図4(B)に示すように、照明光IRは、光照射面202に垂直で照明光IRの光路を含む面内において、光照射面202への入射角 θ_L が約20度となるように入射される。

【0025】図4(C)は、マイクロミラー204への入射光とその反射光とを含む入射面、すなわち、回転軸204cに垂直な断面における光路を示している。マイクロミラー204は、光照射面202に平行な平面F

(図4(C)に破線で示す)に対して、回転軸204cを中心に約 $\pm(\theta_L/2)$ 度(≒ ± 10 度)回転する。なお、時計周りに沿った角度を正とする。照明光IRは、上述したように、平面Fの法線Fnから $-\theta_L$ (≒ -20 度)傾いた方向からマイクロミラー204に入射する。

【0026】マイクロミラー204が平面Fに対して $+(\theta_L/2)$ だけ傾いた状態の場合、照明光IRは、照明光IRから $-\theta_L$ だけ傾いた方向、すなわち、法線Fnに平行な方向に反射光RR($+\theta_L/2$)として射出される。マイクロミラー204が $-(\theta_L/2)$ だけ傾いた状態の場合、照明光IRは、照明光IRから $-(3 \cdot \theta_L)$ だけ傾いた方向に反射光RR($-\theta_L/2$)として射出される。このように、マイクロミラー204に照射された照明光IRは、マイクロミラー204の回転角度に応じて異なった方向に反射して射出される。例えば、反射光RR($+\theta_L/2$)の方向に投写レンズを配置すると、反射光RR($+\theta_L/2$)のみが画像光として利用される。これにより、マイクロミラー204が $+(\theta_L/2)$ だけ傾いた状態において、反射光が投写レンズを介して投写されて明表示が実現され、マイクロミラー204が $-(\theta_L/2)$ だけ傾いた状態において、反射光が投写レンズを介して投写されず暗表示が実現される。中間の階調は、1つの画素が画像を描画する一定時間のうち、階調に応じて明と暗の表示の割合を制御する手法(いわゆるパルス幅変調と呼ばれる手法)で実現される。

【0027】なお、本実施例の投写型表示装置1000において投写レンズ300は、マイクロミラー204が $+(\theta_L/2)$ だけ傾いた状態における反射光を画像光として利用するように配置されている。これにより、画像情報に応じてマイクロミラー型光変調装置200から射出された画像光が投写レンズ300を介して投写され、画像が表示される。

【0028】また、照明光学系100からは、カラーホイール130の回転に応じて赤色光Rと、緑色光Gと、

7

青色光Bとが一定間隔で循環的に射出される。このとき、マイクロミラー型光変調装置200の各マイクロミラー204を、照射される色光に応じた画像情報に応じて制御することにより、カラー画像を表示させることができる。

【0029】本発明の投写型表示装置1000は、上述したように、透光性ロッド140の形状に特徴を有している。すなわち、図3に示すように、入射側側面140I側の断面よりも射出側側面140O側の断面のほうが大きな柱状プリズムである点に特徴を有している。透光性ロッド140を上記のような形状としているのは、以下の理由による。

【0030】照明光学系100の照明光は、図4を用いて説明したように、光照射面202の法線202n方向ではなく、法線202nに対して一定の傾き θL を有する方向からマイクロミラー型光変調装置200の光照射面202に照射される。この照明光のうち、光照射面202の各マイクロミラー204によって投写レンズ300の方に反射された光のみが画像光として利用される。

【0031】図5は、マイクロミラー204に照射された照明光の入射角度と反射光の反射方向について示す説明図である。図5に示すように、平面Fの法線F_nから $+\theta L$ 傾いた方向から入射した入射光IR(θL)は、マイクロミラー204が平面Fに対して $+(\theta L/2)$ だけ傾いたとき、法線F_nに沿った方向、すなわち、投写レンズ300の方向に反射されて、反射光RR(θL)として射出される。しかし、図5(A)に示すように、法線F_nから $+(\theta L - \Delta\theta)$ 傾いた方向から入射した入射光IR($\theta L - \Delta\theta$)は、法線F_nよりも入射光IR(θL)側に傾いた方向に反射されて、反射光RR($\theta L - \Delta\theta$)として射出される。また、図5

(B)に示すように、法線F_nから $+(\theta L + \Delta\theta)$ で入射した入射光IR($\theta L + \Delta\theta$)は、法線F_nに対して入射光IR(θL)とは反対の側に傾いた方向に反射されて、反射光RR($\theta L + \Delta\theta$)として射出される。これらの反射光は、入射光IR(θL)に対する角度変化量 $\Delta\theta$ が大きいほど法線F_nから傾く傾向にある。したがって、照明光に、このような角度変化量 $\Delta\theta$ の大きな光が多いと、投写レンズ300に入射して画像光として利用できない光が多くなり、明るい画像を表示させることができなくなる場合がある。また、マイクロミラー204が $-(\theta L/2)$ だけ傾いたときには、投写レンズ300に入射しないように反射するはずの光が投写レンズ300に入射してしまい、画像の解像度を低下させてしまう場合がある。特に、角度変化量 $\pm\Delta\theta$ が、マイクロミラー204の回動可能範囲 $\pm(\theta L/2)$ よりも大きくなると、照明光学系100や投写レンズ300に入射する迷光が増加することになる。以上のことから、マイクロミラー型光変調装置200に照射される照明光の角度分布は小さいことが好ましい。少なくとも、照明

8

光に含まれる角度分布の許容範囲は、所定の入射角度に対してマイクロミラー204の回動可能範囲である $\pm(\theta L/2)$ 以下であることが好ましい。

【0032】図6は、透光性ロッド140に入射する光について示す説明図である。入射側側面140Iに入射した光は、その入射角 θ_1 が透光性ロッド140の中心軸140axに対して斜めに傾いた側面140S1, 140S2の傾き θ_{io} よりも大きい場合には、側面140S1, 140S2で反射を繰り返して射出側側面140Oから射出される。このとき、側面140S1, 140S2への光の入射角は、反射を繰り返すごとに大きくなる。この結果、射出側側面140Oから射出される光の中心軸140axに対する傾き(射出角) θ_2 は、入射角 θ_1 よりも小さくすることができる。すなわち、この透光性ロッド140は、入射角の大きな光の射出角を小さくすることができる。例えば、透光性ロッドの長さや側面140S1, 140S2の傾き θ_{io} を調整すれば、透光性ロッド140から射出される照明光の角度分布を許容範囲 $\pm(\theta L/2)$ 以内にすることができる。これにより、照明光学系100は、照明光の角度分布を小さくすることができるので、マイクロミラー型光変調装置200に照射される照明光の利用効率を向上させることができる。

【0033】以上説明したように、本発明の投写型表示装置1000は、マイクロミラー型光変調装置200の光照射面202を照明する照明光の角度分布を小さくすることができるので、照明光学系100から射出された照明光の利用効率を向上させることができる。また、照明光学系100によってマイクロミラー型光変調装置200の光照射面202が均一に照明されるので、明るさの均一な画像を表示することができる。

【0034】なお、透光性ロッド140は、側面140S1, 140S2の傾きが一定、すなわち、透光性ロッド140の中心軸140axに垂直な断面の各辺の大きさが入射側から射出側に向けて直線的に増加する形状を有している場合を例に説明しているが、これに限定されるものではない。例えば、透光性ロッドの中心軸に垂直な断面の各辺の大きさが入射側から射出側に向けて曲線的に増加する形状を有するようにしてもよい。すなわち、透光性ロッドは、前記透光性ロッドの中心軸に垂直な断面積が入射側から射出側に向けて単調に増加する形状を有していればよい。このようにしても、マイクロミラー型光変調装置200の光照射面202を照明する照明光の角度分布を小さくすることができる。

【0035】また、本実施例においては、マイクロミラー型光変調装置200の例として図3に示すDMDを例に説明しているが、これに限定されるものではない。例えば、照明光の入射角度は、マイクロミラー204の回動軸の方向や、回動範囲に応じて種々の態様が考えられる。これに応じて、透光性ロッド140の長さや側面1

9

40S1, 140S2の傾き θ_{io} も種々の態様が考えられる。例えば、マイクロミラー204の回動範囲 $\pm(\theta_L/2)$ が、図4に示す値よりも大きい場合には、透光性ロッド140の側面140S1, 140S2の傾き θ_{io} を小さくすることができる。

【0036】また、本実施例の投写型表示装置1000は、カラーホイール130を備えて、カラー画像を表示する装置であるが、カラーホイール130を省略して、モノクロ画像を表示するようにしてもよい。

【0037】なお、各光学要素120, 150, 16010のレンズ面(凸面や凹面)の向きは、図1に示した向きに限定されるものではない。それぞれ逆の向きにすることもできるし、各光学要素120, 150, 160のレンズ面の向きの組み合わせも任意である。また、各光学要素120, 150, 160, 300は、それぞれ複数のレンズを組み合わせた複合レンズによって構成することもできる。また、複数の光学要素を、1つの光学要素に置き換えることも可能である。例えば、透光性ロッド140の射出側側面140Oにレンズ面を形成して、第2のコンデンサーレンズ150を省略することも可能で20ある。また、第1のコンデンサーレンズ120を省略することもできる。

【0038】また、マイクロミラー型光変調装置200と投写レンズ300との間に、全反射プリズムを備えて、照明光学系100から射出された照明光をマイクロミラー型光変調装置200の照射面202に全反射させるとともに、マイクロミラー型光変調装置200から射出された画像光を透過して、投写レンズ300の方向に射出するようにしてもよい。

【0039】なお、上記各変形は、以下の各実施例にお30いても適用可能である。

【0040】B. 第2実施例: 図7は、本発明の第2実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。この投写型表示装置2000は、照明光学系100Aと、マイクロミラー型光変調装置200と、投写レンズ300と、を備えている。照明光学系100Aは、照明光学系100の透光性ロッド140を透光性ロッド140Aに置き換えた点を除いて同じである。

【0041】図8は、透光性ロッド140Aを示す斜視40図である。この透光性ロッド140Aと図3の透光性ロッド140との異なる点は、中心軸140axに垂直な断面が平行四辺形である点である。

【0042】マイクロミラー型光変調装置200には、図4に示したように、照射面202の法線202n方向(中心軸202axに平行な方向)ではなく、法線202nに対して一定の傾きを有する方向から照明光学系100の照明光が照射される。図9は、照射面202上に照射された照明光の照明領域について示す説明図である。第1実施例の透光性ロッド140(図3)のよう50

10

に略矩形形状の断面を有する場合、照射面202を含むように照射された照明光の照明領域FIは略矩形形状ではなく、その入射角度に応じて歪んだ形状となる。図4で説明したように右斜め下方向から照明光が照射される場合の照明領域FIは、図9(A)に示すように、左上と右下の頂点を結ぶ対角線FI2の長さが右上と左下の頂点を結ぶ対角線FI1の長さよりも長くなるような四辺形となる。このように照明領域FIが略矩形形状でなく歪んでいる場合には、照射面202を照射しない無効な光の割合が増加する。このため、照明光学系100から射出された照明光の照明効率が低下することになる。このような無効な光を低減するためには、照明領域FIが略矩形形状となるように、照明光学系100から射出された照明光の形状をあらかじめ歪ませるようにすればよい。すなわち、図9(B)に示すように、照明光学系100から射出された照明光の中心光軸に垂直な断面RIの2つの対角線RI1, RI2のうち、より長い対角線RI1が、歪んだ照明領域FIのより長い対角線FI2に対応し、より短い対角線RI2が、歪んだ照明領域FIのより短い対角線FI1に対応するように設定すればよい。換言すれば、射出面の輪郭形状が、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形である光学要素を備えて、この四辺形を、光学要素から射出された照明光が照射面に所定の角度で斜めに入射する場合に、照明光で照射される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、第1と第2の対角線の長さの比よりも1に近くなるように設定すればよい。このようにすれば、照明光学系の照明効率を向上させることができる。

【0043】本実施例の投写型表示装置2000においては、図8に示すように、透光性ロッド140Aの射出側側面140AOが平行四辺形の輪郭形状を有している。この平行四辺形の輪郭は、上記照明光の断面RIと同様に、断面对角線RI2に対応するロッド対角線140CR2の長さよりも断面对角線RI1に対応するロッド対角線140CR1の長さのほうが短い形状を有している。したがって、照射面202を照射しない無効な光を低減するようにすることができる。これにより、透光性ロッド140Aから射出された光の照明効率を向上させることができる。なお、この場合において、実際には、照明光学系100から射出された照明光をより有効に利用可能とするために、透光性ロッド140Aをその中心光軸を中心に回転させて、照明領域の形状を調整することが好ましい。

【0044】また、光源部110側から見た透光性ロッド140Aの断面形状が、図9(B)に示す断面RIに相似な形状となるようにしてもよい。このようにすれば、透光性ロッド140Aから射出された光の照明領域FIを照射面202の輪郭に相似となるようにすることができる。この結果、透光性ロッド140Aから射出された光による照明効率をより向上させることができ

11

る。また、透光性ロッド140Aは、少なくとも射出側側面140Oの輪郭のみが、断面RIに相似となるようにしてもよい。すなわち、透光性ロッドは、透光性ロッドから射出された光が光照射面に所定の角度で斜めに入射する場合に、照明光で照射される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、透光性ロッドの少なくとも射出面の2つの対角線の比よりも1に近くなるように設定されればよい。このようにすれば、透光性ロッドから射出された光による照明効率を向上させることができる。

【0045】C. 第3実施例：図10は、本発明の第3実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。この投写型表示装置3000は、照明光学系100Bと、色光分離合成プリズム400と、3つのマイクロミラー型光変調装置200R、200G、200Bと、投写レンズ300と、を備えている。投写型表示装置3000は、3つのマイクロミラー型光変調装置200R、200G、200Bと、色光分離合成プリズム400とを備えている点に特徴を有している。

【0046】照明光学系100Bと図1の照明光学系1200との違いは、カラーホイール130を省略したことである。したがって、この照明光学系100Bは、照明光学系100のように赤色光R、緑色光G、青色光Bが循環的に射出されるのではなく、各色光を含む照明光を射出する。

【0047】色光分離合成プリズム400は、3つのプリズム420、430、440が互いに接合された構成を有している。互いに接合される第1のプリズム420の側面420Rと、第2のプリズム430の側面430Iとの間には、青色光反射膜BFILが形成されてい30る。また、互いに接合される第2のプリズム430の側面430Rと、第3のプリズム440の側面440Iとの間には、赤色光反射膜RFILが形成されている。これらの反射膜BFIL、RFILは、通常、誘電体多層膜で構成される。

【0048】第2のプリズム430の側面430I、430Rを除く側面のうち1つの側面430Oには、赤色光R用のマイクロミラー型光変調装置200Rが設けられている。第1のプリズム420の、照明光学系100Bからの光が入射する側面420Iと第2のプリズム440と接合される側面420Rを除く側面のうち、マイクロミラー型光変調装置200Rに対向する側面420Oには、青色光B用のマイクロミラー型光変調装置200Bが設けられている。第3のプリズム440の投写レンズ300の中心軸300axに垂直な側面440Oには、緑色光G用のマイクロミラー型光変調装置200Gが設けられている。これらのマイクロミラー型光変調装置200R、200G、200Bは、必ずしも各側面420O、430O、440Oに接して設けられる必要はない。

12

【0049】照明光学系100Bから射出された、赤色光R、緑色光G、青色光Bを含む光は、第1のプリズム420の側面420Iから入射して青色光反射膜BFILに入射する。なお、説明を容易にするため、色光分離合成プリズム400以降の光は、その中心光線（一点鎖線）のみが代表して図示されている。

【0050】青色光反射膜BFILに入射した光のうち青色光Bは、青色光反射膜BFILで反射される。BFILで反射された青色光Bは、通常、側面420Iを透過する光と反射する光に分けられる。側面420Iで反射された青色光Bは、青色光B用のマイクロミラー型光変調装置200Bに入射する。なお、青色光反射膜BFILで反射された光の側面420Iへの入射角が大きければ、反射光の割合を多くすることができる。さらに、入射角を臨界角以上とすれば、全反射させることができる。このような入射角の調整は、プリズム420の各側面の互いになす角を調整することにより実現できる。

【0051】マイクロミラー型光変調装置200Bは、入射した青色光Bから青色画像光FBを形成して射出する。マイクロミラー型光変調装置200Bから射出された青色画像光FBは、側面420Iで反射され、さらに、青色光反射膜BFILで反射されて投写レンズ300に向けて射出される。マイクロミラー型光変調装置200Bへの青色光Bの入射角と同様に、マイクロミラー型光変調装置200Bから射出された青色画像光FBの側面420Iへの入射角が大きければ、反射光の割合を多くすることができる。さらに、入射角を臨界角以上とすれば、全反射させることができる。

【0052】一方、青色光反射膜BFILに入射した光のうち赤色光Rおよび緑色光Gは、青色光反射膜BFILを透過して第2のプリズム430に入射する。第2のプリズム430に入射した赤色光Rおよび緑色光Gは、赤色光反射膜RFILに入射する。赤色光反射膜RFILに入射した光のうち赤色光Rは、赤色光反射膜RFILで反射されて、再び青色反射膜BFILに入射する。青色反射膜BFILに再び入射した赤色光Rは、通常、青色反射膜BFILを透過するが、その入射角が大きくなると反射する光が増加し、臨界角以上になると全反射される。青色反射膜BFILが形成されている第1と第2のプリズム420、430の側面420R、430Iは、青色反射膜BFILに再び入射した赤色光Rが反射されるように設定されている。したがって、青色反射膜BFILに再び入射した赤色光Rは、青色反射膜BFILで反射されて赤色光R用のマイクロミラー型光変調装置200Rに入射する。

【0053】マイクロミラー型光変調装置200Rは、入射した赤色光Rから赤色画像光FRを形成して射出する。マイクロミラー型光変調装置200Rから射出された赤色画像光FRは、青色光反射膜BFILで反射されるように、青色光反射膜BFILに入射して反射され

13

る。青色光反射膜BFILで反射された赤色画像光FRは、さらに、赤色光反射膜RFILで反射されて第1のプリズム420に入射し、青色画像光FBとともに投写レンズ300に向けて射出される。

【0054】一方、赤色光反射膜RFILに入射した光のうち緑色光Gは、赤色光反射膜RFILを透過して第3のプリズム440に入射する。第3のプリズム440に入射した緑色光Gは、第3のプリズム440内を通過して側面4400から緑色光G用のマイクロミラー型光変調装置200Gに入射する。マイクロミラー型光変調装置200Gは、入射した緑色光Gから緑色画像光FGを形成して射出する。マイクロミラー型光変調装置200Gから射出された緑色画像光FGは、第2のプリズム430を通過して第1のプリズム420に入射し、赤色画像光FRおよび青色画像光FBとともに投写レンズ300に向けて射出される。

【0055】以上により、色光分離合成プリズム400から、カラー画像を表す赤色画像光FR、緑色画像光FG、青色画像光FBが投写レンズ300に向けて射出される。これにより、カラー画像が投写レンズ300によって投写される。

【0056】なお、各マイクロミラー型光変調装置200R、200G、200Bに入射される光は、図4で説明したように、所定の角度で入射される。

【0057】第3実施例の投写型表示装置3000も、透光性ロッド140を備える照明光学系100Bを適用しているので、第1実施例の投写型表示装置1000と同様に、照明効率を向上させることができる。これにより、明るい投写画像を実現することができる。さらに、第2実施例で説明した透光性ロッド140A(図8)を用いれば、マイクロミラー型光変調装置200R、200G、200Bの光照射面202を照明する照明光の無効な光を低減することができるので、照明光学系100Bから射出された照明光の照明効率を、さらに向上させることができる。これにより、さらに明るい投写画像を実現することができる。

【0058】また、第3実施例の投写型表示装置3000は、3つの色光それぞれに対応するマイクロミラー型光変調装置200R、200G、200Bから射出された画像光を合成することにより、カラー画像を表示して40するので、第1、第2実施例の投写型表示装置に比べてちらつきの少ない高精度なカラー画像を表示させることができる。

【0059】なお、本実施例の色光分離合成プリズム400は、3つのプリズム420、430、440で構成された例を示しているが、これに限定されるものではない。例えば、4つのプリズムで構成されたものであってもよい。すなわち、色光分離合成プリズムは、照明光学系からの光を複数の色光に分離して、分離された各色光に対応する複数のマイクロミラー型光変調装置に所定の50

14

角度で入射させるとともに、複数のマイクロミラー型光変調装置から射出された複数の色の画像光を合成して射出するものであればよい。

【0060】なお、本発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能である。

【0061】例えば、上記各実施例でマイクロミラー型光変調装置200として用いられたDMDは、図4に示すように、光照射面202に平行なxy平面に投影された照明光IRの光路がx軸(水平軸h)に対して右斜め下約45度の方向を向くように設定され、かつ、照明光IRの光路を含み光照射面202に垂直な面内において、照明光IRの光照射面202への入射角が約20度であるという制約を有している場合を例に説明しているが、これに限定されるものではない。例えば、照明光IRの光路がx軸に対して右斜め下約45度よりも大きな傾き、あるいは小さな傾きを有する方向を向くように設定される制約を有する場合であってもよい。また、照明光IRの光路を含み光照射面に垂直な面内において、照明光IRの光照射面への入射角が約20度より小さい、あるいは大きいという制約を有する場合であってもよい。この場合において、照明光学系には、射出面の輪郭形状が、長さの異なる第1と第2の対角線を有する四辺形である透光性ロッドを備え、この四辺形は、光学要素から射出された照明光が光照射面に所定の角度で斜めに入射する場合に、照明光で照射される四辺形状の照明領域の2つの対角線の長さの比が、第1と第2の対角線の長さの比よりも1に近くなるように設定されていればよい。

【0062】また、上記実施例では、マイクロミラー型光変調装置を用いた投写型表示装置を例に説明しているが、これに限定されるものではなく、各画素に照射された照明光の射出方向を画像情報に応じて制御することにより、画像を表す画像光を射出する種々の光変調装置を用いた投写型表示装置に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。

【図2】カラーホイール130を光源部110側から見た正面図である。

【図3】透光性ロッド140の外観を示す斜視図である。

【図4】マイクロミラー型光変調装置200の例であるDMDについて示す説明図である。

【図5】マイクロミラー204に照射された照明光の入射角度と反射光の反射方向について示す説明図である。

【図6】透光性ロッド140に入射する光について示す説明図である。

【図7】本発明の第2実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。

【図8】透光性ロッド140Aの外観を示す斜視図である。

【図9】光照射面202上に照射された照明光の照明領域について示す説明図である。

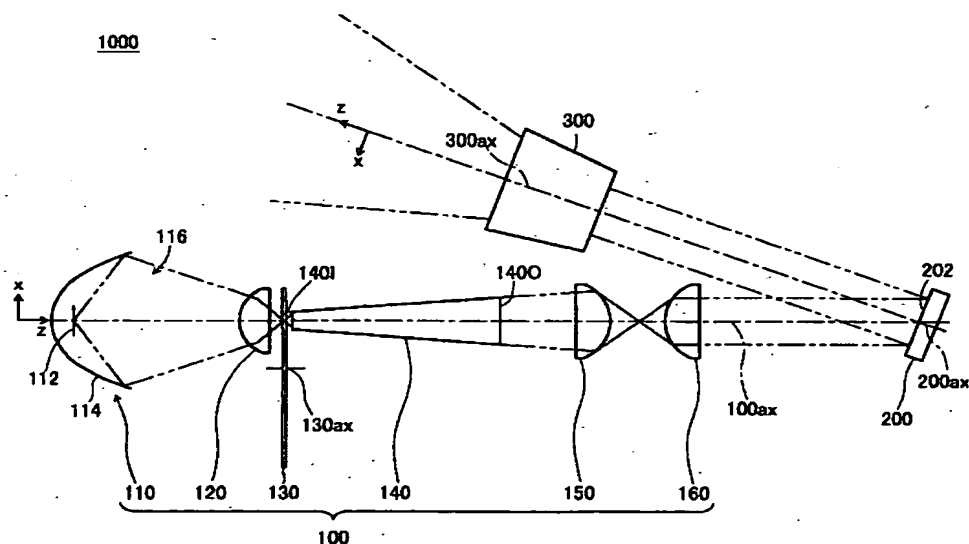
【図10】本発明の第3実施例における投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。

【符号の説明】

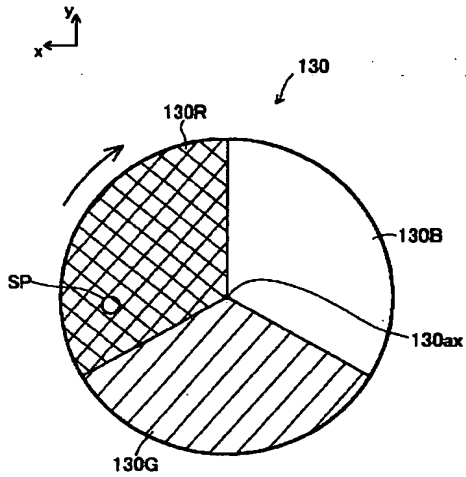
100…照明光学系
 100A…照明光学系
 100B…照明光学系
 110…光源部
 112…光源ランプ
 114…凹面鏡
 116…開口部
 120…第1のコンデンサーレンズ
 130…カラーホイール
 130R, 130G, 130B…色フィルタ (透過型色フィルタ)
 140…透光性ロッド
 140I…入射側側面
 140O…射出側側面
 140A…透光性ロッド
 140AI…入射側側面
 140AO…射出側側面

140CR1…ロッド対角線
 140CR2…ロッド対角線
 140S1, 140S2…側面
 150…第2のコンデンサーレンズ
 160…フィールドレンズ
 200…マイクロミラー型光変調装置
 200R, 200G, 200B…マイクロミラー型光変調装置
 204…マイクロミラー
 300…投写レンズ
 400…色光分離合成プリズム
 420, 430, 440…プリズム
 1000…投写型表示装置
 2000…投写型表示装置
 3000…投写型表示装置
 BFIL…青色光反射膜
 RFIL…赤色光反射膜
 FI…照明領域
 FI1…対角線
 FI2…対角線
 RI…照明光の断面
 RI1…断面对角線
 RI2…断面对角線
 SP…光スポット

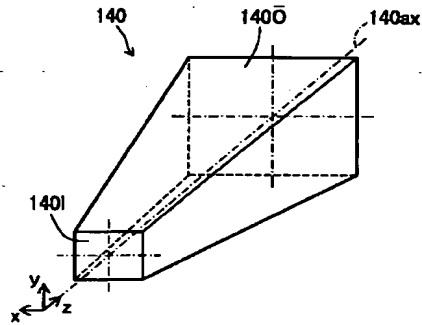
【図1】



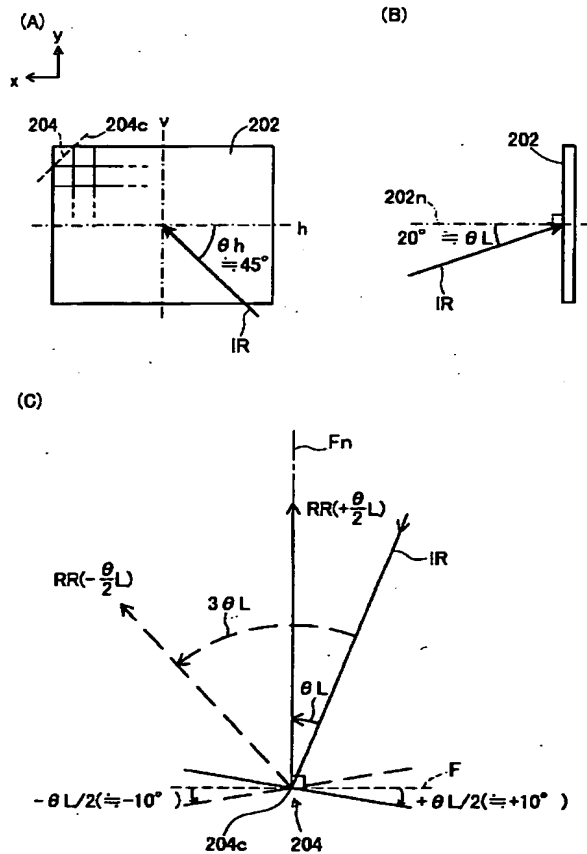
【図 2】



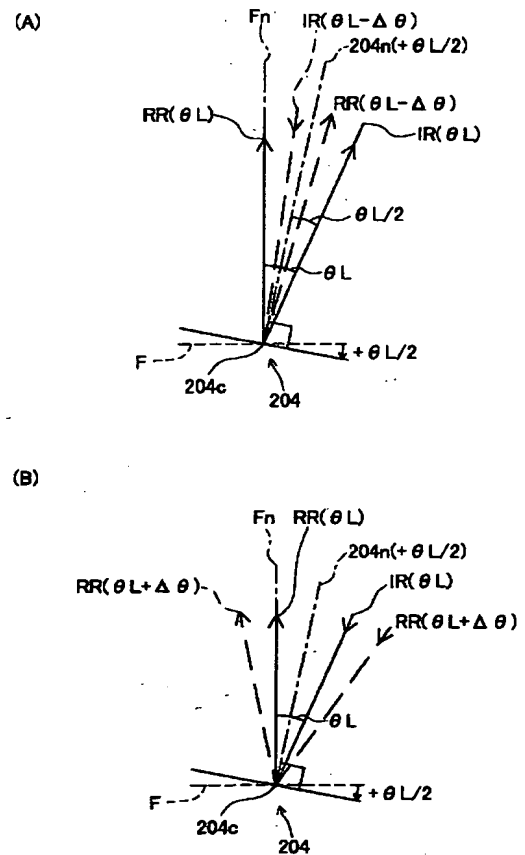
【図 3】



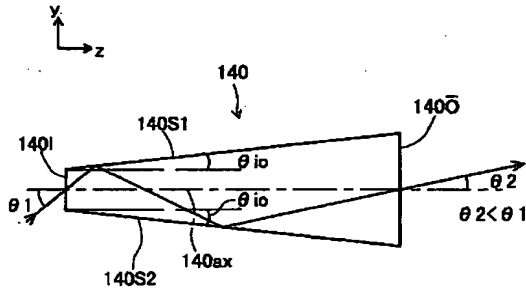
【図 4】



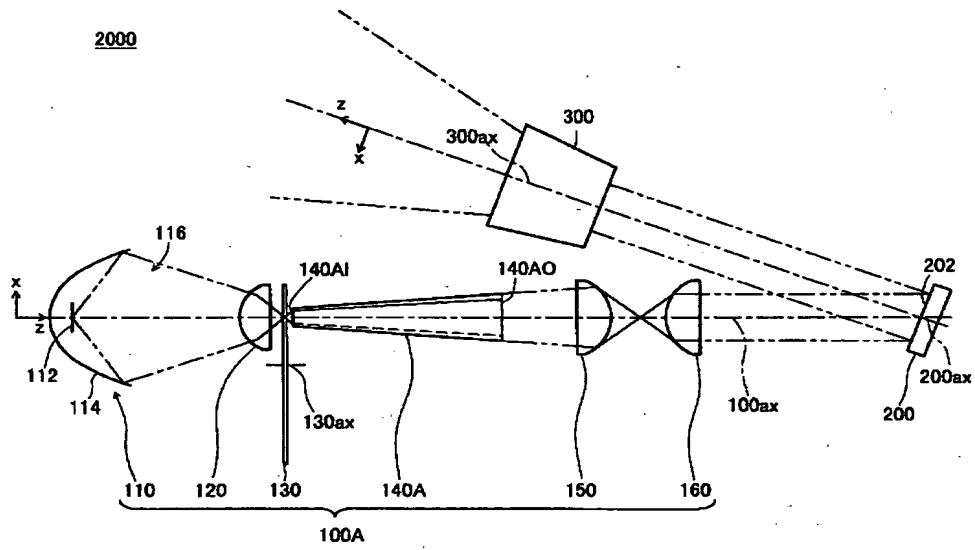
【図 5】



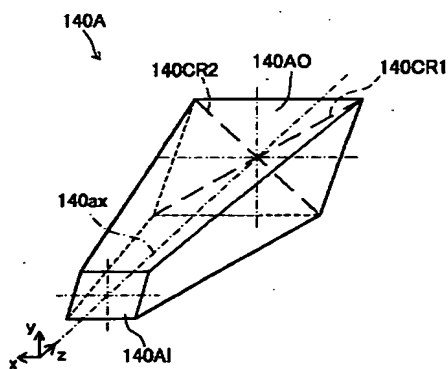
【図 6】



【図 7】

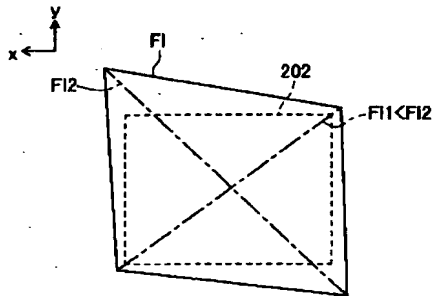


【図 8】

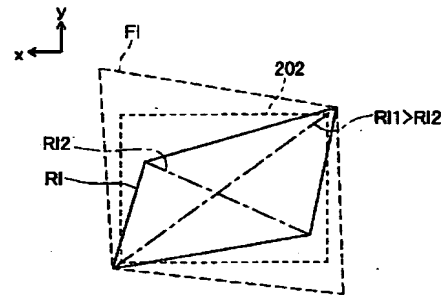


【図9】

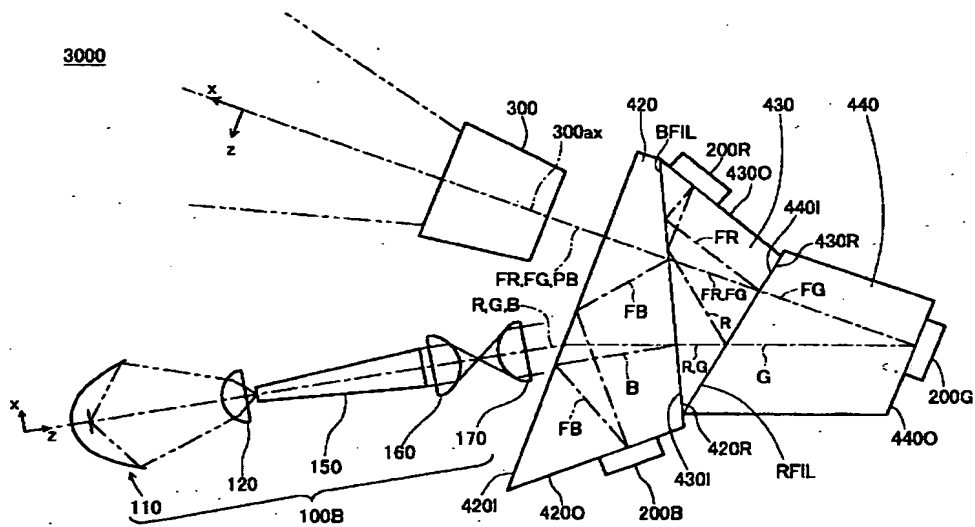
(A)



(B)



【図10】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5C058 AA18 BA05 BA23 EA02 EA12
EA27
5C060 BA03 BA09 BC01 EA01 GA01
GB01 GB06 HC01 HC17 HC24
JA11 JB06

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.